

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月30日
Date of Application:

出願番号 特願2003-021512
Application Number:

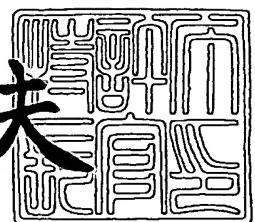
[ST. 10/C] : [JP2003-021512]

出願人 トヨタ自動車株式会社
Applicant(s):

2003年10月15日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 1022264

【提出日】 平成15年 1月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02P 7/63

H02M 7/5387

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 落合 清恵

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100112715

【弁理士】

【氏名又は名称】 松山 隆夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100112852

【弁理士】

【氏名又は名称】 武藤 正

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0209333

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 動力出力装置、モータ駆動方法およびモータの駆動制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第1のインバータと、
第2のインバータと、
前記第1のインバータによって通電制御される第1の3相モータコイルと、前記第2のインバータによって通電制御される第2の3相モータコイルとをステータとする2Yモータと、
前記第1の3相モータコイルの第1の中性点と前記第2の3相モータコイルの第2の中性点との間に接続された電源と、
前記2Yモータと異なる電動機とを備える動力出力装置。

【請求項 2】 前記2Yモータは、内燃機関からの回転力により発電を行ない、かつ、前記内燃機関を始動する、請求項1に記載の動力出力装置。

【請求項 3】 前記2Yモータ、前記電動機および前記内燃機関が接続されるプラネタリーギアをさらに備える、請求項2に記載の動力出力装置。

【請求項 4】 前記電動機を駆動する第3のインバータと、
前記第1、第2および第3のインバータを制御する制御装置とをさらに備え、
前記制御装置は、前記2Yモータが発電機として機能するように前記第1および第2のインバータを制御しているとき、前記2Yモータが発電した発電電力によって前記電動機を駆動するように前記第3のインバータを駆動する、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の動力出力装置。

【請求項 5】 前記制御装置は、さらに、前記電源を前記第1および第2の中性点から切り離す、請求項4に記載の動力出力装置。

【請求項 6】 前記第1および第2の中性点と前記電源との間に設けられたリレー手段をさらに備え、
前記リレー手段は、前記制御装置からの制御に従って前記電源を前記第1および第2の中性点に接続／切離を行なう、請求項5に記載の動力出力装置。

【請求項 7】 ハイブリッド自動車の内燃機関に連結された 2 Y モータと、前記ハイブリッド自動車の駆動輪に連結された電動機とを駆動するモータ駆動方法であって、

前記 2 Y モータの第 1 のパワーと前記電動機の第 2 のパワーとを演算する第 1 のステップと、

前記演算された第 1 のパワーと前記第 2 のパワーとの和が零であるか否かを判定する第 2 のステップと、

前記和が零であるとき、前記 2 Y モータに含まれる 2 つの 3 相コイルの中性点から電源を切離す第 3 のステップとを含むモータ駆動方法。

【請求項 8】 前記 2 Y モータを発電機として駆動する第 4 のステップと、前記 2 Y モータによって発電された電力によって前記電動機を駆動する第 5 のステップとをさらに含む、請求項 7 に記載のモータ駆動方法。

【請求項 9】 前記和が零でないとき、前記電源からの電圧を昇圧して前記 2 Y モータを駆動するインバータの入力側に設けられたコンデンサを充電させながら前記 2 Y モータを電動機として駆動する第 6 のステップと、

前記和が零でないとき、前記コンデンサからの直流電圧を降圧して前記電源を充電させながら前記 2 Y モータを発電機として駆動する第 7 のステップとをさらに含む、請求項 7 または請求項 8 に記載のモータ駆動方法。

【請求項 10】 ハイブリッド自動車の内燃機関に連結された 2 Y モータと、前記ハイブリッド自動車の駆動輪に連結された電動機との駆動制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、

前記 2 Y モータの第 1 のパワーと前記電動機の第 2 のパワーとを演算する第 1 のステップと、

前記演算された第 1 のパワーと前記第 2 のパワーとの和が零であるか否かを判定する第 2 のステップと、

前記和が零であるとき、前記 2 Y モータに含まれる 2 つの 3 相コイルの中性点から電源を切離す第 3 のステップとをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 11】 前記 2 Y モータを発電機として駆動する第 4 のステップと

前記 2 Y モータによって発電された電力によって前記電動機を駆動する第 5 のステップとをさらにコンピュータに実行させる、請求項 10 に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 12】 前記和が零でないとき、前記電源からの電圧を昇圧して前記 2 Y モータを駆動するインバータの入力側に設けられたコンデンサを充電せながら前記 2 Y モータを電動機として駆動する第 6 のステップと、

前記和が零でないとき、前記コンデンサからの直流電圧を降圧して前記電源を充電させながら前記 2 Y モータを発電機として駆動する第 7 のステップとをさらにコンピュータに実行させる、請求項 10 または請求項 11 に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

この発明は、動力出力装置に関し、特に、2重巻線モータを用いた動力出力装置、モータ駆動方法およびモータの駆動制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

従来、2重巻線モータを用いた動力出力装置としては、特開2002-218793号公報に開示された動力出力装置が知られている。図10を参照して、従来の動力出力装置300は、2重巻線モータ310と、直流電源320と、インバータ330、340と、コンデンサ350とを備える。

【0003】

2重巻線モータ310は、2つの3相コイル311、312を含む。そして、直流電源320は、3相コイル311の中性点と3相コイル312の中性点との

間に接続される。

【0004】

インバータ330は、3相コイル311のU相コイル、V相コイルおよびW相コイルにそれぞれ対応した3つのアームを含み、3相コイル311への通電制御を行なう。また、インバータ340は、3相コイル312のU相コイル、V相コイルおよびW相コイルにそれぞれ対応した3つのアームを含み、3相コイル312への通電制御を行なう。コンデンサ350およびインバータ330、340は、正極母線301と負極母線302との間に並列に接続される。

【0005】

3相コイル311の中性点と3相コイル312の中性点との電位差をV012とし、直流電源320の電圧をVbとする。V012 < Vbであるとき、直流電源320から直流電流が流れ出る。そして、直流電源320から流れ出た直流電流は、3相コイル311、312の1つのコイルに対応したインバータ330または340の1つのアームをスイッチング制御することにより、3相コイル311、312の1つのコイルに蓄積され、最終的に、コンデンサ350を充電する。つまり、3相コイル311、312の1つのコイルと、インバータ330、340の1つのアームとにより昇圧コンバータが構成され、直流電圧Vbは、昇圧コンバータにより任意のレベルに昇圧されてコンデンサ350を充電する。

【0006】

一方、V012 > Vbのとき、コンデンサ350の両端の電圧は、インバータ330、340の1つのアームと、その1つのアームに対応する3相コイル311、312の1つのコイルとにより降圧されて直流電源320を充電する。

【0007】

また、インバータ330、340は、コンデンサ350の両端の電圧によって、それぞれ、3相コイル311、312への通電制御を行ない、2重巻線モータ310を駆動する。そして、2重巻線モータ310の駆動条件によって3相コイル311、312の各相コイルに印加される電圧が異なり、3相コイル311の中性点と3相コイル312の中性点との電位差V012が直流電圧Vbよりも大きくなったり、小さくなったりする。その結果、上述したように、直流電源32

0によってコンデンサ350を充電するモードと、コンデンサ350によって直流電源320を充電するモードとが生じる。

【0008】

このように、動力出力装置300においては、直流電源320の直流電圧Vbは、2重巻線モータ310の一部のコイルを用いて任意のレベルに昇圧され、コンデンサ350を充電する。そして、充電されたコンデンサ350の両端の電圧によって2重巻線モータ310が駆動される。また、コンデンサ350の両端の電圧は、降圧されて直流電源320を充電する。

【0009】

【特許文献1】

特開2002-218793号公報

【0010】

【特許文献2】

特許第3216589号公報

【0011】

【特許文献3】

特開2002-171606号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特開2002-218793号公報には、機械分配式のハイブリッド車両に適用した動力出力装置が提案されていない。

【0013】

それゆえに、この発明の目的は、機械分配式のハイブリッド車両に適した動力出力装置を提供することである。

【0014】

また、この発明の別の目的は、機械分配式のハイブリッド車両に適したモータ駆動方法を提供することである。

【0015】

さらに、この発明の別の目的は、機械分配式のハイブリッド車両に適したモー

タの駆動制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

この発明によれば、動力出力装置は、第1のインバータと、第2のインバータと、2Yモータと、電源と、電動機とを備える。2Yモータは、第1のインバータによって通電制御される第1の3相モータコイルと、第2のインバータによって通電制御される第2の3相モータコイルとをステータとする。電源は、第1の3相モータコイルの第1の中性点と第2の3相モータコイルの第2の中性点との間に接続される。電動機は、2Yモータと異なる。

【0017】

好ましくは、2Yモータは、内燃機関からの回転力により発電を行ない、かつ、内燃機関を始動する。

【0018】

好ましくは、動力出力装置は、プラネタリギアをさらに備える。プラネタリギアは、2Yモータ、電動機および内燃機関が接続される。

【0019】

好ましくは、動力出力装置は、第3のインバータと、制御装置とをさらに備える。第3のインバータは、電動機を駆動する。制御装置は、第1、第2および第3のインバータを制御する。そして、制御装置は、2Yモータが発電機として機能するように前記第1および第2のインバータを制御しているとき、2Yモータが発電した発電電力によって電動機を駆動するように第3のインバータを駆動する。

【0020】

好ましくは、制御装置は、さらに、電源を前記第1および第2の中性点から切り離す。

【0021】

好ましくは、動力出力装置は、リレー手段をさらに備える。リレー手段が、第1および第2の中性点と電源との間に設けられる。そして、リレー手段は、制御

装置からの制御に従って電源を第1および第2の中性点に接続／切離を行なう。

【0022】

また、この発明によれば、モータ駆動方法は、ハイブリッド自動車の内燃機関に連結された2Yモータと、ハイブリッド自動車の駆動輪に連結された電動機とを駆動するモータ駆動方法であって、2Yモータの第1のパワーと電動機の第2のパワーとを演算する第1のステップと、演算された第1のパワーと第2のパワーとの和が零であるか否かを判定する第2のステップと、和が零であるとき、2Yモータに含まれる2つの3相コイルの中性点から電源を切離す第3のステップとを含む。

【0023】

好ましくは、モータ駆動方法は、2Yモータを発電機として駆動する第4のステップと、2Yモータによって発電された電力によって電動機を駆動する第5のステップとをさらに含む。

【0024】

好ましくは、モータ駆動方法は、和が零でないとき、電源からの電圧を昇圧して2Yモータを駆動するインバータの入力側に設けられたコンデンサを充電させながら2Yモータを電動機として駆動する第6のステップと、和が零でないとき、コンデンサからの直流電圧を降圧して電源を充電させながら2Yモータを発電機として駆動する第7のステップとをさらに含む。

【0025】

さらに、この発明によれば、ハイブリッド自動車の内燃機関に連結された2Yモータと、ハイブリッド自動車の駆動輪に連結された電動機との駆動制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体は、2Yモータの第1のパワーと電動機の第2のパワーとを演算する第1のステップと、演算された第1のパワーと第2のパワーとの和が零であるか否かを判定する第2のステップと、和が零であるとき、2Yモータに含まれる2つの3相コイルの中性点から電源を切離す第3のステップとをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体である。

【0026】

好ましくは、プログラムは、2Yモータを発電機として駆動する第4のステップと、2Yモータによって発電された電力によって電動機を駆動する第5のステップとをさらにコンピュータに実行させる。

【0027】

好ましくは、プログラムは、和が零でないとき、電源からの電圧を昇圧して2Yモータを駆動するインバータの入力側に設けられたコンデンサを充電させながら2Yモータを電動機として駆動する第6のステップと、和が零でないとき、コンデンサからの直流電圧を降圧して電源を充電させながら2Yモータを発電機として駆動する第7のステップとをさらにコンピュータに実行させる。

【0028】

この発明においては、2Yモータによって発電された電力により電動機を駆動するとき、2Yモータに含まれる2つの3相コイルの中性点から電源が切離される。したがって、2Yモータの発電効率を向上させて電動機を広い範囲で動作させることができる。

【0029】

また、電源の電圧を昇圧する昇圧動作または電源を充電するための降圧動作は、ハイブリッド車両の駆動輪を駆動しない2Yモータによって実行される。したがって、ハイブリッド車両の駆動輪を駆動する電動機の効率を最大にできる。

【0030】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0031】

図1は、この発明の実施の形態による動力出力装置の概略ブロック図を示す。図1を参照して、この発明の実施の形態による動力出力装置100は、動力伝達ギア111と、駆動軸112と、ディファレンシャルギア114と、モータジェネレータMG1, MG2と、プラネタリギア120と、動力取出ギア128と、チェーンベルト129と、エンジン150と、レゾルバ139, 149, 159と、ダンパ157と、制御装置180とを備える。

【0032】

エンジン150のクランクシャフト156は、ダンパ157を介してプラネタリギア120およびモータジェネレータMG1, MG2に接続される。ダンパ157は、エンジン150のクランクシャフト156のねじり振動の振幅を抑制し、クランクシャフト156をプラネタリギア120に接続する。

【0033】

動力取出ギア128は、チェーンベルト129を介して動力伝達ギア111に接続される。そして、動力取出ギア128は、プラネタリギア120のリングギア（図示せず）から動力を受け、その受けた動力をチェーンベルト129を介して動力伝達ギア111に伝達する。動力伝達ギア111は、駆動軸112およびディファレンシャルギア114を介して駆動輪に動力を伝達する。

【0034】

図2を参照して、プラネタリギア120およびモータジェネレータMG1, MG2について詳細に説明する。プラネタリギア120は、キャリア軸127に軸中心を貫通された中空のサンギア軸125に結合されたサンギア121と、キャリア軸127と同軸のリングギア軸126に結合されたリングギア122と、サンギア121とリングギア122との間に配置され、サンギア121の外周を自転しながら公転する複数のプラネタリピニオンギア123と、キャリア軸127の端部に結合され、各プラネタリピニオンギア123の回転軸を軸支するプラネタリキャリア124とから構成されている。

【0035】

このプラネタリギア120では、サンギア121、リングギア122およびプラネタリキャリア124にそれぞれ結合されたサンギア軸125、リングギア軸126およびキャリア軸127の3軸が動力の入出力軸とされ、3軸のいずれか2軸へ入出力される動力が決定されると、残りの1軸に入出力される動力は、決定された2軸へ入出力される動力に基づいて定まる。

【0036】

なお、サンギア軸125、リングギア軸126およびキャリア軸127には、それぞれの回転角度 θ_s , θ_r , θ_c を検出するレゾルバ139, 149, 15

9が設けられている。

【0037】

リングギア122には、動力の取り出し用の動力取出ギア128が結合されている。この動力取出ギア128は、チェーンベルト129により動力伝達ギア111に接続されており、動力取出ギア128と動力伝達ギア111との間で動力の伝達がなされる。

【0038】

モータジェネレータMG1は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石135を有するロータ132と、回転磁界を形成する3相コイル134が巻回されたステータ133とを備える。なお、3相コイル134は、後述するように、2つの3相コイルから成る。

【0039】

ロータ132は、プラネタリギア120のサンギア121に結合されたサンギア軸125に結合されている。ステータ133は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース119に固定されている。このモータジェネレータMG1は、永久磁石135による磁界と、3相コイル134によって形成される磁界との相互作用によりロータ132を回転駆動する電動機として動作し、永久磁石135による磁界とロータ132の回転との相互作用により3相コイル134の両端に起電力を生じさせる発電機として動作する。

【0040】

モータジェネレータMG2は、外周面に複数個の永久磁石145を有するロータ142と、回転磁界を形成する3相コイル144が巻回されたステータ143とを備える。ロータ142は、プラネタリギア120のリングギア122に結合されたリングギア軸126に結合されており、ステータ143はケース119に固定されている。ステータ143も、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されている。このモータジェネレータMG2も、モータジェネレータMG1と同様に、電動機または発電機として動作する。

【0041】

再び、図1を参照して、制御装置180は、レゾルバ139からのサンギア軸

125の回転角度 θ_s 、レゾルバ149からのリングギア軸126の回転角度 θ_r 、レゾルバ159からのキャリア軸127の回転角度 θ_c 、アクセルペダルポジションセンサー164aからのアクセルペダルポジション（アクセルペダルの踏込量）AP、ブレーキペダルポジションセンサー165aからのブレーキペダルポジション（ブレーキペダルの踏込量）BP、シフトポジションセンサー185からのシフトポジションSP、モータジェネレータMG1に取り付けられた2つの電流センサー（図示せず）からのモータ電流MCR11, 12、およびモータジェネレータMG2に取り付けられた電流センサー（図示せず）からのモータ電流MCR2を受ける。

【0042】

そして、制御装置180は、これらの受けた各信号に基づいて、モータジェネレータMG1, MG2の3相コイル134, 144に流す電流を制御してモータジェネレータMG1, MG2を駆動する。

【0043】

図3は、動力出力装置100の主要部の電気回路図を示す。図3を参照して、動力出力装置100は、モータジェネレータMG1, MG2と、電流センサー12~14, 31と、直流電源30と、リレー40と、コンデンサ50と、電圧センサー51と、インバータ181~183と、制御CPU(Central Processing Unit)184とを備える。

【0044】

なお、インバータ181~183および制御CPU184は図1に示す制御装置180を構成する。

【0045】

モータジェネレータMG1は、2つの3相コイル10, 11を含む。そして、2つの3相コイル10, 11は、図2に示す3相コイル134を構成する。つまり、モータジェネレータMG1は、Y型に結線された2つの3相コイル10, 11を有する2重巻線モータ（「2Yモータ」とも言う。）である。

【0046】

直流電源30は、リレー40を介して3相コイル10の中性点M1と3相コイ

ル11の中性点M2との間に接続される。

【0047】

インバータ181は、U相アーム15と、V相アーム16と、W相アーム17とを含む。U相アーム15、V相アーム16およびW相アーム17は、電源ライン1とアースライン2との間に並列に設けられる。

【0048】

U相アーム15は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ1, Q2から成る。V相アーム16は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ3, Q4から成る。W相アーム17は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ5, Q6から成る。

【0049】

NPNトランジスタQ1, Q3, Q5は、コレクタが電源ライン1に接続され、エミッタがそれぞれNPNトランジスタQ2, Q4, Q6のコレクタに接続される。NPNトランジスタQ2, Q4, Q6のエミッタはアースライン2に接続される。また、各NPNトランジスタQ1～Q6のエミッターコレクタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD1～D6がそれぞれ接続されている。

【0050】

インバータ182は、U相アーム18と、V相アーム19と、W相アーム20とを含む。U相アーム18、V相アーム19およびW相アーム20は、電源ライン1とアースライン2との間に並列に設けられる。

【0051】

U相アーム18は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ7, Q8から成る。V相アーム19は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ9, Q10から成る。W相アーム20は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ11, Q12から成る。

【0052】

NPNトランジスタQ7, Q9, Q11は、コレクタが電源ライン1に接続され、エミッタがそれぞれNPNトランジスタQ8, Q10, Q12のコレクタに接続される。NPNトランジスタQ8, Q10, Q12のエミッタはアースライン2に接続される。また、各NPNトランジスタQ7～Q12のエミッタコレクタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD7～D12がそれぞれ接続されている。

【0053】

インバータ181の各相アームの中間点は、モータジェネレータMG1の3相コイル10の各相コイルの各相端に接続され、インバータ182の各相アームの中間点は、モータジェネレータMG1の3相コイル11の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、3相コイル10のU相、V相およびW相の3つのコイルの一端が中性点M1に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がNPNトランジスタQ1, Q2の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジスタQ3, Q4の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ5, Q6の中間点にそれぞれ接続されている。また、3相コイル11のU相、V相およびW相の3つのコイルの一端が中性点M2に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がNPNトランジスタQ7, Q8の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジスタQ9, Q10の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ11, Q12の中間点にそれぞれ接続されている。

【0054】

インバータ183は、U相アーム21と、V相アーム22と、W相アーム23とを含む。U相アーム21、V相アーム22およびW相アーム23は、電源ライン1とアースライン2との間に並列に設けられる。

【0055】

U相アーム21は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ13, Q14から成る。V相アーム22は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ15, Q16から成る。W相アーム23は、電源ライン1とアースライン2との間に直列に接続されたNPNトランジスタQ17, Q18から成る。

【0056】

NPNトランジスタQ13, Q15, Q17は、コレクタが電源ライン1に接続され、エミッタがそれぞれNPNトランジスタQ14, Q16, Q18のコレクタに接続される。NPNトランジスタQ14, Q16, Q18のエミッタはアースライン2に接続される。また、各NPNトランジスタQ13～Q18のエミッターコレクタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD13～D18がそれぞれ接続されている。

【0057】

インバータ183の各相アームの中間点は、モータジェネレータMG2の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、モータジェネレータMG2は、3相の永久磁石モータであり、U相、V相およびW相の3つのコイルの一端が中点に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がNPNトランジスタQ13, Q14の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジスタQ15, Q16の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ17, Q18の中間点にそれぞれ接続されている。

【0058】

コンデンサ50は、電源ライン1とアースライン2との間にインバータ181～183に並列に接続される。

【0059】

電流センサー12は、モータジェネレータMG1の3相コイル10に流れるモータ電流MCR11を検出し、その検出したモータ電流MCR11を制御CPU184へ出力する。電流センサー13は、モータジェネレータMG1の3相コイル11に流れるモータ電流MCR12を検出し、その検出したモータ電流MCR12を制御CPU184へ出力する。電流センサー14は、モータジェネレータMG2の各相コイルに流れるモータ電流MCR2を検出し、その検出したモータ電流MCR2を制御CPU184へ出力する。

【0060】

直流電源30は、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池から成る。電流センサー31は、直流電源30へ入出力する直流電流BCRTを検出し、そ

の検出した直流電流B C R Tを制御C P U 1 8 4へ出力する。

【0061】

リレー40は、制御C P U 1 8 4からの信号S Eによってオン／オフされる。より具体的には、リレー40は、制御C P U 1 8 4からのH（論理ハイ）レベルの信号S Eによりオンされ、制御C P U 1 8 4からのL（論理ロー）レベルの信号S Eによりオフされる。

【0062】

コンデンサ50は、電源ライン1とアースライン2との間に印加される直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ181～183へ供給する。電圧センサー51は、コンデンサ50の両端の電圧V cを検出し、その検出した電圧V cを制御C P U 1 8 4へ出力する。

【0063】

インバータ181は、コンデンサ50から供給された直流電圧を制御C P U 1 8 4からの信号P W M I 1に基づいて交流電圧に変換して3相コイル10の各相コイルに印加する。また、インバータ182は、コンデンサ50から供給された直流電圧を制御C P U 1 8 4からの信号P W M I 2に基づいて交流電圧に変換して3相コイル11の各相コイルに印加する。これにより、インバータ181, 182は、モータジェネレータMG1を駆動する。なお、直流電源30がリレー40によって中性点M1と中性点M2との間に接続されている場合、インバータ181, 182は、それぞれ、信号P W M I 1, 2に応じて、直流電源30から出力される直流電流が重畠された交流電流を3相コイル10, 11の各相コイルに流す。

【0064】

また、インバータ181は、制御C P U 1 8 4からの信号P W M C 1に応じて3相コイル10において発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ50へ供給する。インバータ182は、制御C P U 1 8 4からの信号P W M C 2に応じて3相コイル11において発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ50へ供給する。なお、直流電源30がリレー40によって中性点M1と中性点M2との間に接続されている場合、インバータ181, 182は、それぞ

、信号PWM C 1, 2に応じて、コンデンサ50からの直流電圧を降圧し、その降圧した直流電圧によって直流電源30を充電する。

【0065】

インバータ183は、制御CPU184からの信号PWM I 3に応じて、コンデンサ50からの直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG 2を駆動する。また、インバータ183は、制御CPU184からの信号PWM C 3に応じて、モータジェネレータMG 2が発電した交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ50に供給する。

【0066】

制御CPU184は、アクセルペダルポジションセンサー164aからのアクセルペダルポジションAP、ブレーキペダルポジションセンサー165aからのブレーキペダルポジションBPおよびシフトポジションセンサー185からのシフトポジションSPに基づいて、エンジン指令パワー、発電機指令トルク（モータジェネレータMG 1指令トルク）TR 1および電動機指令トルク（モータジェネレータMG 2指令トルク）TR 2を演算する。

【0067】

そして、制御CPU184は、レゾルバ139からの回転角度 θ_s に基づいて発電機（モータジェネレータMG 1）の回転数を演算し、演算した発電機指令トルクTR 1と回転数とを乗算して発電機パワーPgを演算する。また、制御CPU184は、レゾルバ149からの回転角度 θ_r に基づいて電動機（モータジェネレータMG 2）の回転数を演算し、演算した発電機指令トルクTR 2と回転数とを乗算して電動機パワーPmを演算する。そして、制御CPU184は、電動機パワーPmと発電機パワーPgとの和Pm+Pgが零であるか否かを判定し、和Pm+Pgが零であるとき、直流電源30を中性点M1, M2から切り離してモータジェネレータMG 1, MG 2を駆動する。一方、和Pm+Pgが零でないとき、制御CPU184は、直流電源30を中性点M1, M2に接続したままモータジェネレータMG 1, MG 2を駆動する。

【0068】

また、制御CPU184は、演算した発電機指令トルクTR 1に基づいてモー

タジエネレータMG1の電流指令値 I_d1* , I_q1* およびコンデンサ50のコンデンサ電圧指令値 $Vc*$ を演算する。さらに、制御CPU184は、演算した電動機指令トルク $TR2$ に基づいてモータジエネレータMG2の電流指令値 I_d2* , I_q2* を演算する。

【0069】

そうすると、制御CPU184は、電流センサー12, 13からのモータ電流MCR11, 12と、電流センサー31からの直流電流BCRTと、モータジエネレータMG1の回転軸が結合されたサンギア軸125に設置されたレゾルバ139からの回転角度 θ_s と、演算した電流指令値 I_d1* , I_q1* およびコンデンサ電圧指令値 $Vc*$ とに基づいて信号PWM11, 2, PWMC1, 2を生成し、その生成した信号PWM11, PMWC1をインバータ181へ出力し、生成した信号PWM12, PMWC2をインバータ181へ出力する。

【0070】

また、制御CPU184は、電流センサー14からのモータ電流MCR2と、モータジエネレータMG2の回転軸が結合されたリングギア軸126に設置されたレゾルバ149からの回転角度 θ_r と、演算した電流指令値 I_d2* , I_q2* とに基づいて信号PWM13, PWMC3を生成し、その生成した信号PMWI3, PWMC3をインバータ183へ出力する。

【0071】

図4は、モータジエネレータMG1の3相コイル10, 11の平面配置図を示す。モータジエネレータMG1は、一般的には、3相コイル10と、3相コイル10に対して回転方向に α だけずらせて巻回された3相コイル11とを含む。すなわち、モータジエネレータMG1は、6相モータとえることもできる。

【0072】

この実施の形態においては、角度 α は0度であるとして説明する。すなわち、2つの3相コイル10, 11は、同位相で巻回されている。したがって、インバータ181, 182は、同位相で3相コイル10, 11に交流電流を流せばよい。つまり、3相コイル10のU相コイル、V相コイルおよびW相コイルには、それぞれ、3相コイル11のU相コイル、V相コイルおよびW相コイルと同位相で

交流電流が流れる。

【0073】

図5および図6を参照して、直流電源30が中性点M1と中性点M2との間に接続された場合のモータジェネレータMG1およびインバータ181, 182の動作原理について説明する。

【0074】

図5は、3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2との電位差V012が直流電源30の電圧Vbよりも小さい状態における電流の流れを2YモータMG1の3相コイル10, 11のU相の漏れインダクタンスに着目して説明するための回路図である。

【0075】

3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2との電位差V012が直流電源30の電圧Vbよりも小さい状態でインバータ181のNPNトランジスタQ2がオンの状態かインバータ182のNPNトランジスタQ7がオンの状態を考える。

【0076】

この場合、図5の(a)か図5の(b)中に実線矢印で示す短絡回路が形成され、2YモータMG1の3相コイル10, 11のU相はリアクトルとして機能する。この状態からインバータ181のNPNトランジスタQ2をオフするとともに、インバータ182のNPNトランジスタQ7をオフすると、リアクトルとして機能している3相コイル10, 11のU相に蓄積されたエネルギーは、図5の(c)中の実線矢印で示す充電回路によってコンデンサ50に蓄積される。したがって、この回路は、直流電源30の直流電圧Vbを昇圧し、その昇圧した直流電圧によってコンデンサ50を充電するコンデンサ充電回路とみなすことができる。

【0077】

そして、NPNトランジスタQ2またはQ7のオン期間に応じて昇圧レベルを自由に設定できるので、コンデンサ50の両端の電圧Vcを直流電源30の電圧Vbよりも高い任意の電圧に操作できる。

【0078】

2YモータMG1の3相コイル10, 11のV相およびW相についても、U相と同様にコンデンサ充電回路とみなすことができるから、3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2との電位差V012が直流電源30の電圧Vbよりも小さい状態とするとともに、インバータ181のNPNトランジスタQ2, Q4, Q6またはインバータ182のNPNトランジスタQ7, Q9, Q11をオン／オフすることにより、直流電源30の電圧Vbを昇圧してコンデンサ50を充電できる。

【0079】

図6は、3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2との電位差V012が直流電源30の電圧Vbよりも大きい状態における電流の流れを2YモータMG1の3相コイル10, 11のU相の漏れインダクタンスに着目して説明するための回路図を示す。

【0080】

3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2との電位差V012が直流電源30の電圧Vbよりも大きい状態でインバータ181のNPNトランジスタQ1がオンされ、NPNトランジスタQ2がオフされ、インバータ182のNPNトランジスタQ7がオフされ、NPNトランジスタQ8がオンされた状態を考える。この場合、図6の(a)中に実線矢印で示す充電回路が形成され、コンデンサ50の端子間電圧Vcを用いて直流電源30を充電する。このとき、2YモータMG1の3相コイル10, 11のU相は、前述したようにリアクトルとして機能する。この状態からインバータ181のNPNトランジスタQ1をオフするかインバータ182のNPNトランジスタQ8をオフすると、リアクトルとして機能している3相コイル10, 11のU相に蓄えられたエネルギーは、図6の(b)または図6の(c)中の実線矢印で示す充電回路により直流電源30を充電する。

【0081】

したがって、この回路は、コンデンサ50のエネルギーを直流電源30に蓄える直流電源充電回路とみなすことができる。2YモータMG1の3相コイル10

、 11のV相およびW相も、 U相と同様に直流電源充電回路とみなすことができるから、 3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2との電位差V012が直流電源30の電圧Vbよりも大きい状態とともに、 インバータ181のNPNトランジスタQ1～Q6またはインバータ182のNPNトランジスタQ7～Q12をオン／オフすることにより、 コンデンサ50に蓄積されたエネルギーによって直流電源30を充電できる。

【0082】

このように、 動力出力装置100においては、 直流電源30によってコンデンサ50を充電したり、 コンデンサ50により直流電源30を充電することができるから、 コンデンサ50の端子間電圧Vcを所定の値に制御することができる。

【0083】

コンデンサ50の端子間に電位差を生じさせると、 インバータ181、 182が接続された電源ライン1とアースライン2との間には、 コンデンサ50による直流電源が接続された状態となり、 コンデンサ50の端子間電圧Vcがインバータ入力電圧Viとして作用するので、 インバータ181、 182のNPNトランジスタQ1～Q6、 Q7～Q12をスイッチング制御することによって2YモータMG1を駆動制御できる。

【0084】

この場合、 3相コイル10に印加する三相交流の各相の電位Vu1、 Vv1、 Vw1は、 インバータ181のNPNトランジスタQ1～Q6のスイッチング制御によりインバータ入力電圧Viの範囲内で自由に設定できるとともに、 3相コイル11に印加する三相交流の各相の電位Vu2、 Vv2、 Vw2は、 インバータ182のNPNトランジスタQ7～Q12のスイッチング制御によりインバータ入力電圧Viの範囲内で自由に設定できるので、 2YモータMG1の3相コイル10の中性点M1の電位V01および3相コイル11の中性点M2の電位V02を自由に操作することができる。

【0085】

図7に3相コイル10の中性点M1の電位V01と、 3相コイル11の中性点M2の電位V02との差が直流電源30の電圧Vbに一致するように操作したと

きの3相コイル10の電位 V_{u1} , V_{v1} , V_{w1} (図7の(a))と、3相コイル11の電位 V_{u2} , V_{v2} , V_{w2} (図7の(b))との波形図を示す。図7において、 V_x は、インバータ入力電圧 V_i の中央値 ($V_i/2$) である。したがって、2YモータMG1の3相コイル10, 11の中性点間の電位差 V_{01} が直流電源30の電圧 V_b よりも低くなるように操作してコンデンサ50を充電したり、逆に、3相コイル10, 11の中性点間の電位差 V_{012} が直流電源30の電圧 V_b よりも高くなるように操作して直流電源30を充電することもできる。そして、コンデンサ50の充電電流または直流電源30の充電電流は、3相コイル10, 11の中性点M1, M2間の電位差 V_{012} を昇降することにより制御することができる。

【0086】

図8は、信号PWM11～3, PWMC1～3を生成する制御CPU184の機能ブロック図を示す。図8を参照して、制御CPU184は、電流変換部1841と、減算器1842, 1852と、PI制御部1843, 1853, 1855と、加算器1844, 1846と、変換部1845と、PWM演算部1847と、回転速度演算部1849と、速度起電力予測演算部1850と、電池電流予測演算部1851と、加減算器1854とを含む。

【0087】

まず、信号PWM11, 2および信号PWMC1, 2を生成する制御CPU184の機能について説明する。電流変換部1841は、電流センサー12, 13が検出したモータ電流MCTR11, 12をレグルバ139が検出した回転角度 θ_s を用いて三相二相変換する。つまり、電流変換部1841は、2YモータMG1の3相コイル10, 11の各相に流れる3相のモータ電流MCTR11, 12を回転角度 θ_s を用いてd軸およびq軸に流れる電流値 I_d , I_q に変換して減算器1842へ出力する。

【0088】

減算器1842は、2YモータMG1の駆動に関する指令値の1つとして制御CPU184によって演算された電流指令値 I_d1* , I_q1* から電流変換部1841からの電流値 I_d , I_q を減算して偏差 ΔI_d , ΔI_q を演算する。P

I制御部1843は、偏差 ΔI_d 、 ΔI_q に対してPIゲインを用いてモータ電流調整用の操作量を演算する。

【0089】

回転速度演算部1849は、レゾルバ139からの回転角度 θ_s に基づいて2YモータMG1の回転速度を演算し、その演算した回転速度を速度起電力予測演算部1850および電池電流予測演算部1851へ出力する。速度起電力予測演算部1850は、回転速度演算部1849からの回転速度に基づいて速度起電力の予測値を演算する。

【0090】

加算器1844は、PI制御部1843からのモータ電流調整用の操作量と、速度起電力予測演算部1850からの速度起電力の予測値とを加算して電圧操作量 V_d 、 V_q を演算する。変換部1845は、加算器1844からの電圧操作量 V_d 、 V_q をレゾルバ139からの回転角度 θ_s を用いて二相三相変換する。つまり、変換部1845は、d軸およびq軸に印加する電圧の操作量 V_d 、 V_q を回転角度 θ_s を用いて2YモータMG1の3相コイル10、11の3つの相（U相、V相およびW相）に印加する電圧の操作量に変換する。

【0091】

減算器1852は、制御CPU184によって演算されたコンデンサ50の両端の電圧の指令値であるコンデンサ電圧指令値 V_c* から電圧センサー51によって検出されたコンデンサ50の両端の電圧 V_c を減算して偏差 ΔV_c を演算する。PI制御部1853は、偏差 ΔV_c に対してPIゲインを用いてコンデンサ電圧調整用の電池電流操作量を演算する。電池電流予測演算部1851は、回転速度演算部1849によって演算された回転速度と、電流指令値 I_d1* 、 I_q1* に基づいて電池電流の予測値を演算し、その演算した電池電流の予測値を加減算器1854へ出力する。

【0092】

加減算器1854は、電池電流予測演算部1851からの電池電流の予測値とPI制御部1853からの電池電流操作量とを加算する。そして、加減算器1854は、電流センサー31から直流電源30に入出力する直流電流、すなわち、

電池電流B C R Tを受け、既に演算した加算結果から電流電流B C R Tを減算し、その減算結果をP I制御部1855へ出力する。P I制御部1855は、加減算器1854からの出力に対してP Iゲインを用いて電池電流を調整するための3相コイル10, 11の中性点M1, M2間の電位差V012を設定する。

【0093】

加算器1846は、変換部1845から出力された各相電位V_u1, V_v1, V_w1, V_u2, V_v2, V_w2に、P I制御部1855から出力された電位差V012を加算し、その加算結果をPWM演算部1847へ出力する。PWM演算部1847は、加算器1846からの出力に基づいて信号PWMI1, 2, PWMC1, 2を生成する。変換部1845により得られた各相電位V_u1, V_v1, V_w1, V_u2, V_v2, V_w2に、減算器1852、P I制御部1853、電池電流予測演算部1851、加減算器1854およびP I制御部1855によって演算された中性点M1, M2間の電位差V012を加算してPWM信号（信号PWMI1, 2および信号PWMC1, 2）を演算することにより、直流電源30に電流を流してインバータ入力電圧V_iとしてのコンデンサ50の電圧V_cが指令値V_c*に保持されるように3相コイル10, 11に印加される三相交流を図7に例示するように中央値V_xからオフセットした波形と/orすることができる。

【0094】

次に、信号PWMI3, PWMC3を生成する制御C P U 184の機能について説明する。信号PWMI3, PWMC3は、上述した電流変換部1841、減算器1842、P I制御部1843、加算器1844、変換部1845、加算器1846、PWM演算部1847、回転速度演算部1849および速度起電力予測演算部1850によって生成される。そして、電流変換部1841は、レゾルバ149からの回転角度θ_rを用いて三相二相変換を行なう。また、変換部1845は、レゾルバ149からの回転角度θ_rを用いて二相三相変換を行なう。さらに、回転速度演算部1849は、レゾルバ149からの回転角度θ_rを用いて回転速度を演算する。さらに、加算器1846は、変換部1845からの各相電位V_u3, V_v3, V_w3（モータジェネレータMG2の各相コイルに印加する

電圧) に何も加算せずに、そのまま PWM演算部1847へ出力する。これにより、 PWM演算部1847は信号PWM I 3, PWM C 3を生成する。

【0095】

図9を参照して、動力出力装置100における動作について説明する。一連の動作が開始されると、制御C P U 1 8 4は、ドライバー要求トルクを受ける。すなわち、制御C P U 1 8 4は、アクセルポジションAP、シフトポジションSPおよびブレーキポジションBPを受ける(ステップS 1)。そして、制御C P U 1 8 4は、回転数、温度および直流電源30の容量(バッテリのS O C : S t a t e O f Charge)等のシステム情報を受ける(ステップS 2)。

【0096】

その後、制御C P U 1 8 4は、ステップS 1, S 2で受けた各種の信号に基づいてエンジン指令パワー、発電機指令トルクTR 1および電動機指令トルクTR 2を演算する(ステップS 3)。そして、制御C P U 1 8 4は、レゾルバ139からの回転角度 θ_s に基づいてモータジェネレータMG 1(発電機)の回転数MR N 1を演算し、レゾルバ149からの回転角度 θ_r に基づいてモータジェネレータMG 2(電動機)の回転数MR N 2を演算する。

【0097】

そうすると、制御C P U 1 8 4は、ステップS 3において演算した発電機指令トルクTR 1および電動機指令トルクTR 2に、それぞれ、回転数MR N 1, MR N 2を乗算して発電機パワーPgおよび電動機パワーPmを演算する(ステップS 4)。そして、制御C P U 1 8 4は、発電機パワーPgと電動機パワーPmとの和Pg + Pmが零であるか否かを判定し(ステップS 5)、和Pg + Pmが零でないとき、さらに、前回、リレー40をオンしたか否かを判定する(ステップS 6)。

【0098】

ステップS 6において、前回、リレー40がオンされていないと判定されたとき、制御C P U 1 8 4は、Hレベルの信号SEを生成してリレー40へ出力する。これにより、リレー40はオンされ、直流電源30が3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2とに接続される(ステップS 7)。ステップ

S 6において、前回、リレー4 0がオンされたと判定されたとき、またはステップS 7の後、減算器1852、P I制御部1853、電池電流予測演算部1851、加減算器1854およびP I制御部1855は、上述した方法によって3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2との電位差、すなわち、2Yモータ中性点電圧指令を演算する（ステップS 8）。その後、ステップS 13へ移行する。

【0099】

一方、ステップS 5において、和P_g + P_mが零であると判定されたとき、制御C P U 184は、さらに、電流センサー31からの電流B C R Tに基づいてバッテリ電流が零か否かを判定する（ステップS 9）。そして、ステップS 9において、バッテリ電流が零でないと判定されたとき、上述したステップS 8へ移行する。

【0100】

ステップS 9において、バッテリ電流が零であると判定されたとき、制御C P U 184は、前回、リレー4 0がオフされたか否かを判定し（ステップS 10）、リレー4 0がオフされていないとき、Lレベルの信号S Eを生成してリレー4 0へ出力する。これにより、リレー4 0はオフされ、直流電源3 0は、3相コイル10の中性点M1および3相コイル11の中性点M2から切離される（ステップS 11）。そして、ステップS 10において、前回、リレー4 0がオフされたと判定されたとき、またはステップS 11の後、上述した減算器1852、P I制御部1853、電池電流予測演算部1851、加減算器1854およびP I制御部1855は、3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2との電位差V 0 1 2を零、すなわち、2Yモータ中性点電圧指令を零と演算する（ステップS 12）。

【0101】

そして、ステップS 8の後、直流電源3 0が中性点M1と中性点M2との間に接続された状態で発電機（モータジェネレータMG 1）および電動機（モータジェネレータMG 2）が駆動される（ステップS 13）。また、ステップS 12の後、直流電源3 0が中性点M1、M2から切り離された状態で発電機（モータジ

エネレータMG 1) および電動機 (モータジェネレータMG 2) が駆動される (ステップS 13)。

【0102】

ステップS 5, S 9～S 12, S 13の経路は、直流電源3 0が中性点M 1, M 2から切り離された状態で発電機 (モータジェネレータMG 1) および電動機 (モータジェネレータMG 2) が駆動される経路、すなわち、モータジェネレータMG 1が発電した電力によってモータジェネレータMG 2が駆動される経路である。このようなモードにおいて、直流電源3 0を中性点M 1, M 2間に接続しておくと、モータジェネレータMG 1の3相コイル10, 11の各相に印加可能な電圧はVc-Vbになり、モータジェネレータMG 1における発電効率が低下する。

【0103】

モータジェネレータMG 2は、ハイブリッド自動車の駆動輪を駆動するためのモータであるため、回転数を広い範囲で制御できることがハイブリッド自動車のスムーズな走行を実現するためには好ましい。そこで、モータジェネレータMG 1における発電効率を向上し、モータジェネレータMG 2の回転数を広い範囲で制御可能にするために、モータジェネレータMG 1が発電した電力によってモータジェネレータMG 2を駆動しているモードにおいては、直流電源3 0を中性点M 1, M 2から切り離すこととしたものである。

【0104】

また、ステップS 6～S 8, S 13で示す経路は、直流電源3 0を中性点M 1, M 2に接続した状態で発電機 (モータジェネレータMG 1) および電動機 (モータジェネレータMG 2) を駆動する経路である。そして、この経路においては、中性点M 1と中性点M 2との電位差V012を上下させることによってモータジェネレータMG 1は、直流電源3 0からの電圧Vbを昇圧してコンデンサ5 0を充電し、またはコンデンサ5 0の両端の電圧を降圧して直流電源3 0を充電する。しかし、このような電圧の昇圧動作および降圧動作は、ハイブリッド自動車の駆動輪を駆動するトルクを出力しないモータジェネレータMG 1において行なわれる所以、駆動輪を駆動するモータジェネレータMG 2の効率を最大にできる

。

【0105】

このように、動力出力装置100においては、発電機（モータジェネレータMG1）によって発電された電力によって電動機（モータジェネレータMG2）を駆動するモードにおいては、直流電源30を中性点M1, M2から切離して発電機（モータジェネレータMG1）における発電効率を向上して電動機（モータジェネレータMG2）を広い範囲で動作させ、発電機（モータジェネレータMG1）によって発電された電力によって電動機（モータジェネレータMG2）を駆動しないモードにおいては、駆動輪を駆動しないモータジェネレータMG1によって直流電圧の昇圧動作および降圧動作を行なう。これによって、動力出力装置100をハイブリッド自動車に適用した場合、ハイブリッド自動車をスムーズに走行させることができる。

【0106】

なお、この発明によるモータ駆動方法は、図9に示すフローチャートに従ってモータジェネレータMG1, MG2を駆動するモータ駆動方法である。

【0107】

また、制御CPU184におけるモータの駆動制御は、実際にはCPU（Central Processing Unit）によって行なわれ、CPUは、図9に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムをROM（Read Only Memory）から読み出し、その読み出したプログラムを実行して図9に示すフローチャートに従ってモータジェネレータMG1, MG2の駆動を制御する。したがって、ROMは、図9に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ（CPU）読み取り可能な記録媒体に相当する。

【0108】

再び、図3を参照して、動力出力装置100が搭載されたハイブリッド自動車の始動時、発進時、軽負荷走行モード、中速低負荷走行モード、加速・急加速モード、低 μ 路走行モードおよび減速・制動モードにおける動力出力装置100の動作について説明する。

【0109】

まず、ハイブリッド自動車のエンジン始動時における動力出力装置100の動作について説明する。一連の動作が開始されると、制御CPU184は、外部ECU(Electrical Control Unit)からの起動信号に応じて、モータジェネレータMG1をエンジン150の始動用に用いるためのトルク指令値TR11(トルク指令値TR1の一種)およびモータ回転数MRN1を生成する。そして、制御CPU184は、生成したトルク指令値TR11に基づいてモータジェネレータMG1のd軸およびq軸に流す電流の電流指令値Id1*, Iq1*とコンデンサ50の電圧指令値Vc*とを演算する。さらに、制御CPU184は、電流センサー12, 13からのモータ電流MCR11, 12、電圧センサー51からの電圧Vcおよびレゾルバ139からの回転角度θsを受け、その受けたモータ電流MCR11, 12、電圧Vcおよび回転角度θsと、演算した電流指令値Id1*, Iq1*および電圧指令値Vc*に基づいて、上述した方法によって信号PWM11, 2を生成する。そして、制御CPU184は、生成した信号PWM11, 2をそれぞれインバータ181, 182へ出力する。また、制御CPU184はHレベルの信号SEを生成してリレー40へ出力する。

【0110】

そうすると、直流電源30は中性点M1, M2に接続され、インバータ181のNPNトランジスタQ1～Q6は信号PWM11によってオン／オフされ、インバータ182のNPNトランジスタQ7～Q12は信号PWM12によってオン／オフされる。そして、インバータ181, 182は、直流電源30から出力される電圧Vbを昇圧してコンデンサ50の両端の電圧Vcが電圧指令値Vc*になるようにコンデンサ50を充電するとともに、コンデンサ50からの直流電圧をそれぞれ信号PWM11, 2に基づいて交流電圧に変換して3相コイル10, 11に印加する。

【0111】

これにより、モータジェネレータMG1は、トルク指令値TR11によって指定されたトルクを出力するように駆動され、モータジェネレータMG1が出力す

るトルクは、サンギア軸125、プラネタリギア120およびキャリア軸127を介してクラシックシャフト156へ伝達される。そして、クラシックシャフト156が回転数MRN1で回転され、エンジン150が始動される。これにより、ハイブリッド自動車のエンジン始動時における動力出力装置100の動作が終了する。

【0112】

次に、ハイブリッド自動車の発進時における動力出力装置100の動作について説明する。一連の動作が開始されると、制御CPU184は、外部ECUから発進信号を受ける。そして、制御CPU184は、発進信号に応じて、モータジェネレータMG2を発進用に用いるためのトルク指令値TR21（トルク指令値TR2の一種）およびモータ回転数MRN2を生成し、その生成したトルク指令値TR21に基づいてモータジェネレータMG2のd軸およびq軸に流す電流指令値Id2*, Iq2*を演算する。

【0113】

また、制御CPU184は、始動後のエンジン150の回転力によってモータジェネレータMG1を発電機として機能させるためのトルク指令値TR12（トルク指令値TR1の一種）およびモータ回転数MRN1を生成し、その生成したトルク指令値TR12に基づいてモータジェネレータMG1のd軸およびq軸に流す電流指令値Id1*, Iq1*とコンデンサ50の電圧指令値Vc*とを演算する。

【0114】

そして、制御CPU184は、トルク指令値TR21とモータ回転数MRN2とにより電動機（モータジェネレータMG2）のパワーPmを演算し、トルク指令値TR12とモータ回転数MRN1とにより発電機（モータジェネレータMG1）のパワーPgを演算する。制御CPU184は、電動機のパワーPmと発電機のパワーPgとの和Pm+Pgが零か否かを判定し、和Pm+Pgが零でないとき、リレー40がオンされているか否かを判定する。リレー40は、エンジン150の始動時にオンされているので、制御CPU184は、演算した電流指令値Id1*, Iq1*および電圧指令値Vc*と、電圧センサー51から受けた

電圧 V_c とに基づいて、3相コイル 10, 11 により発電しながらコンデンサ 50 の直流電圧を降圧して直流電源 30 を充電するための電位差 V_{012} を演算する。そして、制御 CPU184 は、電流指令値 I_d1* , I_q1* と電流センサー 12, 13 からのモータ電流 MCR11, 12 とレゾルバ 139 からの回転角度 θ_s とに基づいて演算された3相コイル 10, 11 の各相に印加する電圧 V_{u1} , V_{v1} , V_{w1} , V_{u2} , V_{v2} , V_{w2} に、既に演算した電位差 V_{012} を加算して PWM C1, 2 を生成してそれぞれインバータ 181, 182 へ出力する。

【0115】

また、制御 CPU184 は、電流センサー 14 からのモータ電流 MCR2 とレゾルバ 149 からの回転角度 θ_r とを受け、その受けたモータ電流 MCR2 および回転角度 θ_r と、既に演算した電流指令値 I_d2* , I_q2* とに基づいて、上述した方法によって信号 PWM I3 を生成してインバータ 183 へ出力する。

【0116】

そうすると、インバータ 181, 182 は、それぞれ、信号 PWM C1, 2 に応じて3相コイル 10, 11 によって発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ 50 を充電するとともに、コンデンサ 50 からの直流電圧を降圧して直流電源 30 を充電する。また、インバータ 183 は、信号 PWM I3 に応じて、コンデンサ 50 からの直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータ MG2 を駆動する。そして、モータジェネレータ MG2 は、トルク指令値 TR21 によって指定されたトルクを生成し、その生成したトルクをリングギア軸 126、プラネタリギア 120、動力取出ギア 128 およびチェーンベルト 129 を介して動力伝達ギア 111 に伝達して駆動輪を駆動し、ハイブリッド自動車は発進する。

【0117】

この場合、モータジェネレータ MG1 においては、降圧動作が行なわれるが、モータジェネレータ MG1 は駆動輪を駆動しないので、ハイブリッド自動車の発進性能が低下することはない。

【0118】

一方、電動機のパワー P_m と発電機のパワー P_g との和 $P_m + P_g$ が零であるとき、制御CPU184は、さらに、電流センサー31からの電流B CRTが零であるか否かを判定し、電流B CRTが零でないとき、上述した和 $P_m + P_g$ が零でないときの動作が行なわれる。そして、電流センサー31からの電流B CRTが零であるとき、制御CPU184は、リレー40がオフされているか否かを判定する。この場合、エンジン150の始動時にリレー40をオンしたままであるので、制御CPU184は、Lレベルの信号SEを生成してリレー40へ出力する。これにより、リレー40がオフされ、直流電源30が中性点M1, M2から切離される。

【0119】

そして、制御CPU184は、中性点M1と中性点M2との電位差 V_{012} を零に設定して、既に演算した電流指令値 I_{d1*}, I_{q1*} と電流センサー12, 13からのモータ電流M CRT11, 12とレゾルバ139からの回転角度 θ_s に基づいて信号PWM C1, 2を生成してそれぞれインバータ181, 182へ出力する。

【0120】

また、制御CPU184は、電流センサー14からのモータ電流M CRT2とレゾルバ149からの回転角度 θ_r とを受け、その受けたモータ電流M CRT2および回転角度 θ_r と、既に演算した電流指令値 I_{d2*}, I_{q2*} に基づいて、上述した方法によって信号PWM I3を生成してインバータ183へ出力する。

【0121】

そうすると、インバータ181, 182は、それぞれ、信号PWM C1, 2に応じて3相コイル10, 11によって発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ50を充電する。また、インバータ183は、信号PWM I3に応じて、コンデンサ50からの直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG2を駆動する。そして、モータジェネレータMG2は、トルク指令値TR21によって指定されたトルクを生成し、その生成したトルクをリングギア軸126

、 プラネタリギア 120、 動力取出ギア 128 および チェーンベルト 129 を介して 動力伝達ギア 111 に伝達して 駆動輪を駆動し、 ハイブリッド自動車は発進する。

【0122】

この場合、 直流電源 30 は 中性点 M1, M2 から 切離されているので、 モータジェネレータ MG1 の 発電効率が 向上し、 モータジェネレータ MG2 は、 発電効率が 向上した モータジェネレータ MG1 からの 発電電力を 受けて 広い範囲で 動作する。 その結果、 ハイブリッド自動車は スムーズに 発進する。

【0123】

これにより、 ハイブリッド自動車の 発進時における 動力出力装置 100 の 動作が 終了する。

【0124】

次に、 ハイブリッド自動車が 軽負荷走行モードにある場合の 動力出力装置 100 における 動作について 説明する。 一連の 動作が 開始されると、 制御 CPU184 は、 外部 ECU から 軽負荷走行モードを 示す 信号を 受ける。 制御 CPU184 は、 軽負荷走行モードを 示す 信号に 応じて、 ハイブリッド自動車の 前輪を モータジェネレータ MG2 のみで 駆動するための トルク指令値 TR22 (トルク指令値 TR2 の 一種) および モータ回転数 MRN2 を 生成し、 その 生成した トルク指令値 TR22 に基づいて モータジェネレータ MG2 の d 軸および q 軸に 流す 電流指令値 I_d2* , I_q2* を 演算する。 また、 制御 CPU184 は、 電流センサー 14 からの モータ電流 MCRT2 と レゾルバ 149 からの 回転角度 θ_r を 受ける。 そして、 制御 CPU184 は、 受けた モータ電流 MCRT2 および 回転角度 θ_r と、 演算した 電流指令値 I_d2* , I_q2* と 基づいて、 上述した 方法によって 信号 PWM13 を 生成して インバータ 183 へ 出力する。

【0125】

インバータ 183 は、 信号 PWM13 に 応じて コンデンサ 50 からの 直流電圧を 交流電圧に 変換して モータジェネレータ MG2 を 駆動する。 そして、 モータジェネレータ MG2 は、 トルク指令値 TR22 によって 指定された トルクを 生成し、 その 生成した トルクを リングギア軸 126、 プラネタリギア 120、 動力取出

ギア128およびチェーンベルト129を介して動力伝達ギア111に伝達して駆動輪を駆動し、ハイブリッド自動車は軽負荷走行を行なう。これにより、ハイブリッド自動車が軽負荷走行モードにある場合の動力出力装置100の動作が終了する。

【0126】

次に、ハイブリッド自動車が中速低負荷走行モードにある場合の動力出力装置100の動作について説明する。この場合の動力出力装置100の動作は、上述したハイブリッド自動車のエンジン150の始動時における動力出力装置100の動作と同じである。

【0127】

次に、ハイブリッド自動車が加速・急加速モードにある場合の動力出力装置100の動作について説明する。一連の動作が開始されると、制御CPU184は、外部ECUから加速・急加速モードを示す信号を受ける。そして、制御CPU184は、加速・急加速モードを示す信号に応じて、モータジェネレータMG2を加速・急加速用に用いるためのトルク指令値TR23（トルク指令値TR2の一種）およびモータ回転数MRN2を生成し、その生成したトルク指令値TR23に基づいてモータジェネレータMG2のd軸およびq軸に流す電流指令値Id2*, Iq2*を演算する。

【0128】

また、制御CPU184は、エンジン150の回転力によってモータジェネレータMG1を発電機として機能させるためのトルク指令値TR13（トルク指令値TR1の一種）およびモータ回転数MRN1を生成し、その生成したトルク指令値TR13に基づいてモータジェネレータMG1のd軸およびq軸に流す電流指令値Id1*, Iq1*とコンデンサ50の電圧指令値Vc*とを演算する。

【0129】

そして、制御CPU184は、トルク指令値TR23とモータ回転数MRN2とにより電動機（モータジェネレータMG2）のパワーPmを演算し、トルク指令値TR13とモータ回転数MRN1とにより発電機（モータジェネレータMG1）のパワーPgを演算する。制御CPU184は、電動機のパワーPmと発電

機のパワー P_g との和 $P_m + P_g$ が零か否かを判定し、和 $P_m + P_g$ が零でないとき、リレー 40 がオンされているか否かを判定する。そして、制御 C P U 184 は、リレー 40 がオンされていなければ H レベルの信号 S E を生成してリレー 40 へ出力する。これにより直流電源 30 が中性点 M1, M2 に接続される。

【0130】

その後、制御 C P U 184 は、演算した電流指令値 $I_d 1*$, $I_q 1*$ および電圧指令値 V_c* と、電圧センサー 51 から受けた電圧 V_c とに基づいて、3 相コイル 10, 11 により発電しながらコンデンサ 50 の直流電圧を降圧して直流電源 30 を充電するための電位差 V_{012} を演算する。そして、制御 C P U 184 は、電流指令値 $I_d 1*$, $I_q 1*$ と電流センサー 12, 13 からのモータ電流 M C R T 11, 12 とレゾルバ 139 からの回転角度 θ_s とに基づいて演算された 3 相コイル 10, 11 の各相に印加する電圧 V_{u1} , V_{v1} , V_{w1} , V_{u2} , V_{v2} , V_{w2} に、既に演算した電位差 V_{012} を加算して P W M C 1, 2 を生成してそれぞれインバータ 181, 182 へ出力する。

【0131】

また、制御 C P U 184 は、電流センサー 14 からのモータ電流 M C R T 2 とレゾルバ 149 からの回転角度 θ_r とを受け、その受けたモータ電流 M C R T 2 および回転角度 θ_r と、既に演算した電流指令値 $I_d 2*$, $I_q 2*$ とに基づいて、上述した方法によって信号 P W M I 3 を生成してインバータ 183 へ出力する。

【0132】

そうすると、インバータ 181, 182 は、それぞれ、信号 P W M C 1, 2 に応じて 3 相コイル 10, 11 によって発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ 50 を充電するとともに、コンデンサ 50 からの直流電圧を降圧して直流電源 30 を充電する。また、インバータ 183 は、信号 P W M I 3 に応じて、コンデンサ 50 からの直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータ M G 2 を駆動する。そして、モータジェネレータ M G 2 は、トルク指令値 T R 23 によって指定されたトルクを生成し、その生成したトルクをリングギア軸 126、プラネタリギア 120、動力取出ギア 128 およびチェーンベルト 129 を介し

て動力伝達ギア111に伝達して駆動輪を駆動し、ハイブリッド自動車は加速・急加速する。

【0133】

この場合、モータジェネレータMG1においては、降圧動作が行なわれるが、モータジェネレータMG1は駆動輪を駆動しないので、ハイブリッド自動車の発進性能が低下することはない。

【0134】

一方、電動機のパワーPmと発電機のパワーPgとの和Pm+Pgが零であるとき、制御CPU184は、さらに、電流センサー31からの電流BCRTが零であるか否かを判定し、電流BCRTが零でないとき、上述した和Pm+Pgが零でないときの動作が行なわれる。そして、電流センサー31からの電流BCRTが零であるとき、制御CPU184は、リレー40がオフされているか否かを判定する。そして、制御CPU184は、リレー40がオフされていないときLレベルの信号SEを生成してリレー40へ出力する。これにより、リレー40はオフされ、直流電源30が中性点M1, M2から切離される。

【0135】

その後、制御CPU184は、中性点M1と中性点M2との電位差V012を零に設定して、既に演算した電流指令値Id1*, Iq1*と電流センサー12, 13からのモータ電流MCRT11, 12とレゾルバ139からの回転角度θsとに基づいて信号PWMC1, 2を生成してそれぞれインバータ181, 182へ出力する。

【0136】

また、制御CPU184は、電流センサー14からのモータ電流MCRT2とレゾルバ149からの回転角度θrとを受け、その受けたモータ電流MCRT2および回転角度θrと、既に演算した電流指令値Id2*, Iq2*とに基づいて、上述した方法によって信号PWMI3を生成してインバータ183へ出力する。

【0137】

そうすると、インバータ181, 182は、それぞれ、信号PWMC1, 2に

応じて3相コイル10, 11によって発電された交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ50を充電する。また、インバータ183は、信号PWM13に応じて、コンデンサ50からの直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG2を駆動する。そして、モータジェネレータMG2は、トルク指令値TR23によって指定されたトルクを生成し、その生成したトルクをリングギア軸126、プラネタリギア120、動力取出ギア128およびチェーンベルト129を介して動力伝達ギア111に伝達して駆動輪を駆動し、ハイブリッド自動車は加速・急加速する。

【0138】

この場合、直流電源30は中性点M1, M2から切離されているので、モータジェネレータMG1の発電効率が向上し、モータジェネレータMG2は、発電効率が向上したモータジェネレータMG1からの発電電力を受けて広い範囲で動作する。その結果、ハイブリッド自動車はスムーズに加速・急加速する。これにより、ハイブリッド自動車の加速・急加速時における動力出力装置100の動作が終了する。

【0139】

次に、ハイブリッド自動車が低 μ 路走行モードにある場合の動力出力装置100の動作について説明する。一連の動作が開始されると、制御CPU184は、外部ECUから低 μ 路走行モードを示す信号を受ける。制御CPU184は、低 μ 路走行モードを示す信号に応じて、モータジェネレータMG2を回生モードで駆動するためのトルク指令値TR24およびモータ回転数MRN2を生成し、その生成したトルク指令値TR24に基づいてモータジェネレータMG2のd軸およびq軸に流す電流指令値Id2*, Iq2*を演算する。

【0140】

そして、制御CPU184は、電流センサー14からのモータ電流MCTR2とレゾルバ149からの回転角度θrと、既に演算した電流指令値Id2*, Iq2*とに基づいて信号PWMC3を生成してインバータ183へ出力する。

【0141】

そうすると、インバータ183は、信号PWMC3に基づいて、モータジェネ

レータMG2が発電した交流電圧を直流電圧に変換してコンデンサ50を充電する。これにより、ハイブリッド自動車の低 μ 路走行時における動力出力装置100の動作が終了する。

【0142】

最後に、ハイブリッド自動車が減速・制動モードにある場合の動力出力装置100の動作について説明する。この場合、走行エネルギーを電気エネルギーとして回収するので、モータジェネレータMG2は回生モードで駆動される。したがって、この場合の動力出力装置100の動作は、低 μ 路走行時における動力出力装置100の動作と同じである。

【0143】

この実施の形態によれば、動力出力装置は、モータジェネレータMG1と、モータジェネレータMG2と、直流電源と、モータジェネレータMG1の2つの3相コイルの中性点間に直流電源を接続／不接続するリレーと、モータジェネレータMG1によって発電された電力によってモータジェネレータMG2を駆動するとき、直流電源をモータジェネレータMG1の2つの3相コイルの中性点から切離すようにリレーを制御する制御CPUとを備えるので、モータジェネレータMG1の発電効率を向上させてモータジェネレータMG2を広い範囲で動作することができる。また、制御CPUは、昇圧動作または降圧動作をするようにモータジェネレータMG1を駆動するので、ハイブリッド自動車の駆動輪を駆動するモータジェネレータMG2の効率を最大にできる。

【0144】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内のすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態による動力出力装置の概略ブロック図である。

【図2】 図1に示すプラネタリギアおよびそれに結合されるモータの拡大

図である。

【図3】 図1に示す動力出力装置の主要部の電気回路図である。

【図4】 図3に示す2つの3相コイルの平面配置図である。

【図5】 3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2との電位差V012が直流電源30の電圧Vbよりも小さい状態における電流の流れを2YモータMG1の3相コイル10, 11のU相の漏れインダクタンスに着目して説明するための回路図である。

【図6】 3相コイル10の中性点M1と3相コイル11の中性点M2との電位差V012が直流電源30の電圧Vbよりも大きい状態における電流の流れを2YモータMG1の3相コイル10, 11のU相の漏れインダクタンスに着目して説明するための回路図である。

【図7】 3相コイル10の中性点M1の電位V01と、3相コイル11の中性点M2の電位V02との差が直流電源30の電圧Vbに一致するように操作したときの3相コイル10の電位Vu1, Vv1, Vw1と、3相コイル11の電位Vu2, Vv2, Vw2とを示す波形図である。

【図8】 図3に示す制御CPUの一部の機能を説明するための機能ブロック図である。

【図9】 この発明による動力出力装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図10】 従来の動力出力装置の概略ブロック図である。

【符号の説明】

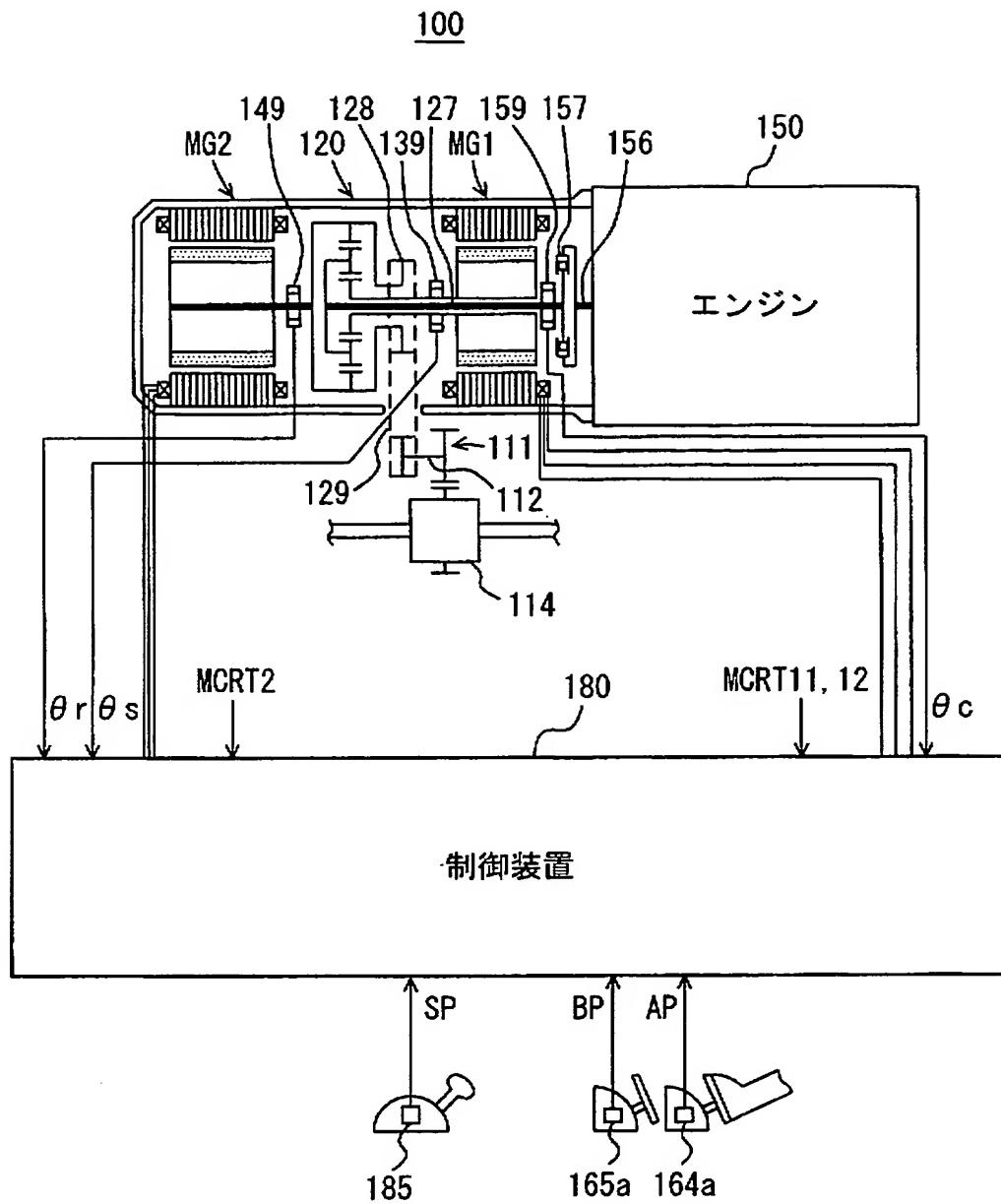
1 電源ライン、2 アースライン、10, 11, 134, 144, 311, 312 3相コイル、12～14, 31 電流センサー、15, 18, 21 U相アーム、16, 19, 22 V相アーム、17, 20, 23 W相アーム、30, 320 直流電源、40 リレー、50, 350 コンデンサ、51 電圧センサー、100, 300 動力出力装置、111 動力伝達ギア、112 駆動軸、114 ディファレンシャルギア、120 プラネタリギア、121 サンギア、122 リングギア、123 プラネタリピニオンギア、124 プラネタリキャリア、125 サンギア軸、126 リングギア軸、127 キャリ

ア軸、128 動力取出ギア、129 チェーンベルト、132, 142 ロータ、133, 143 ステータ、135, 145 永久磁石、139, 149, 159 レゾルバ、156 クランクシャフト、157 ダンパ、164a アクセルペダルポジションセンサー、165a ブレーキペダルポジションセンサー、180 制御装置、181～183, 330, 340 インバータ、184 制御CPU、185 シフトポジションセンサー、301 正極母線、302 負極母線、310 2重巻線モータ、1841 電流変換部、1842, 18452 減算器、1843, 1853, 1855 PI制御部、1844, 1846 加算器、1845 変換部、1847 PWM演算部、1849 回転速度演算部、1850 速度起電力予測演算部、1854 加減算器、MG1, MG2 モータジェネレータ、Q1～Q18 NPNトランジスタ、D1～D18 ダイオード、M1, M2 中性点。

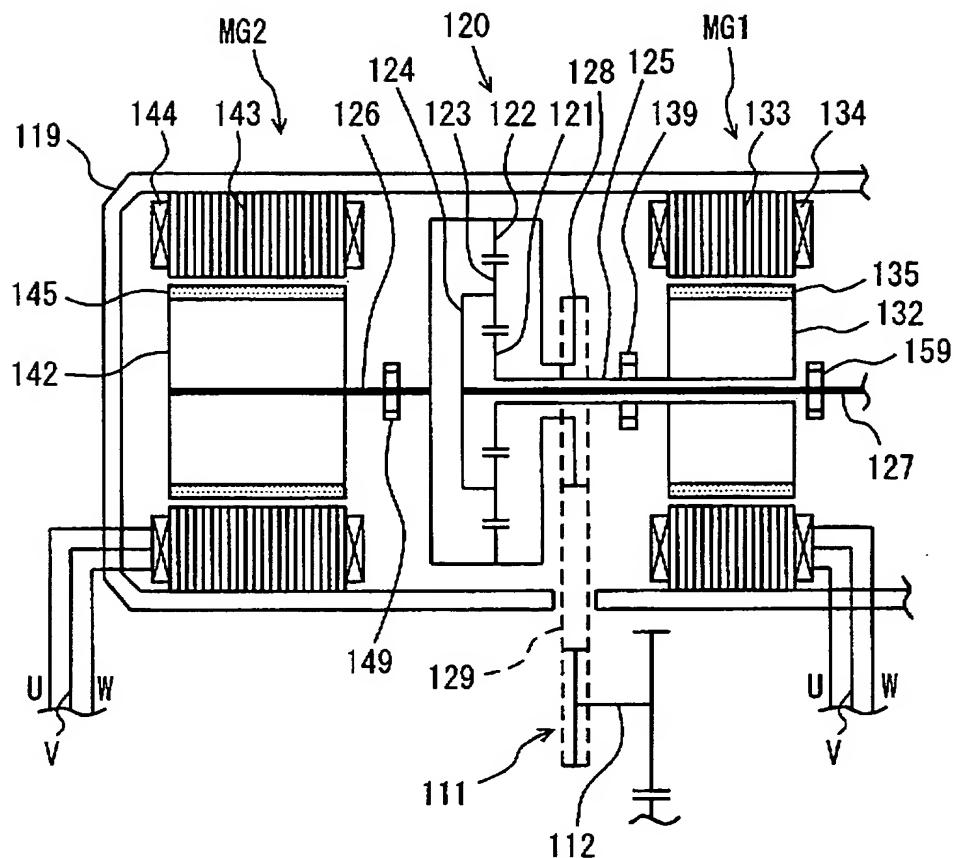
【書類名】

図面

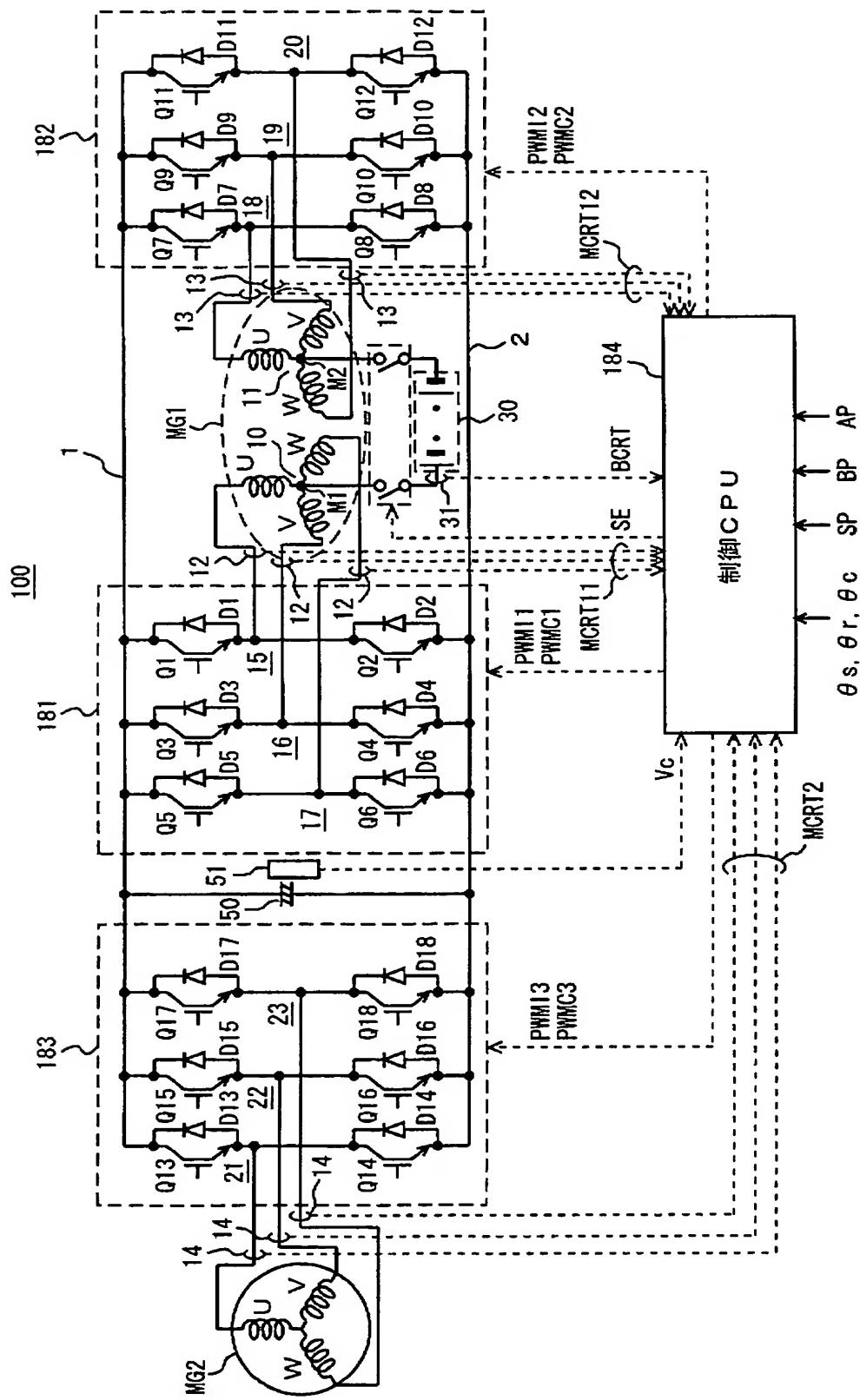
【図 1】



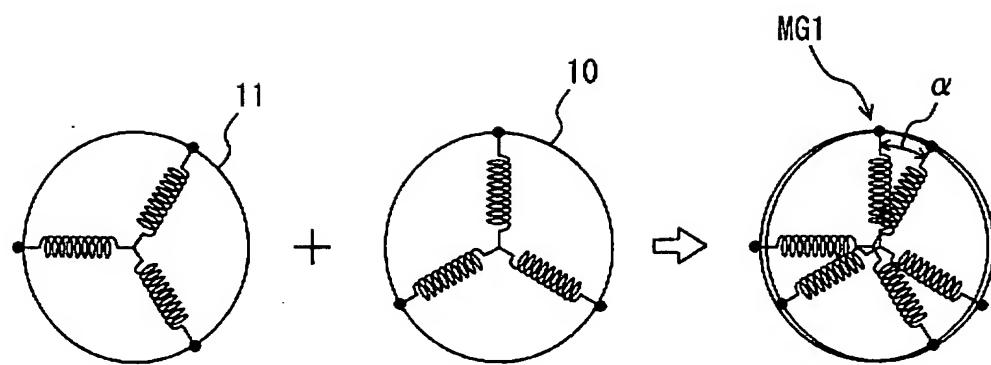
【図2】



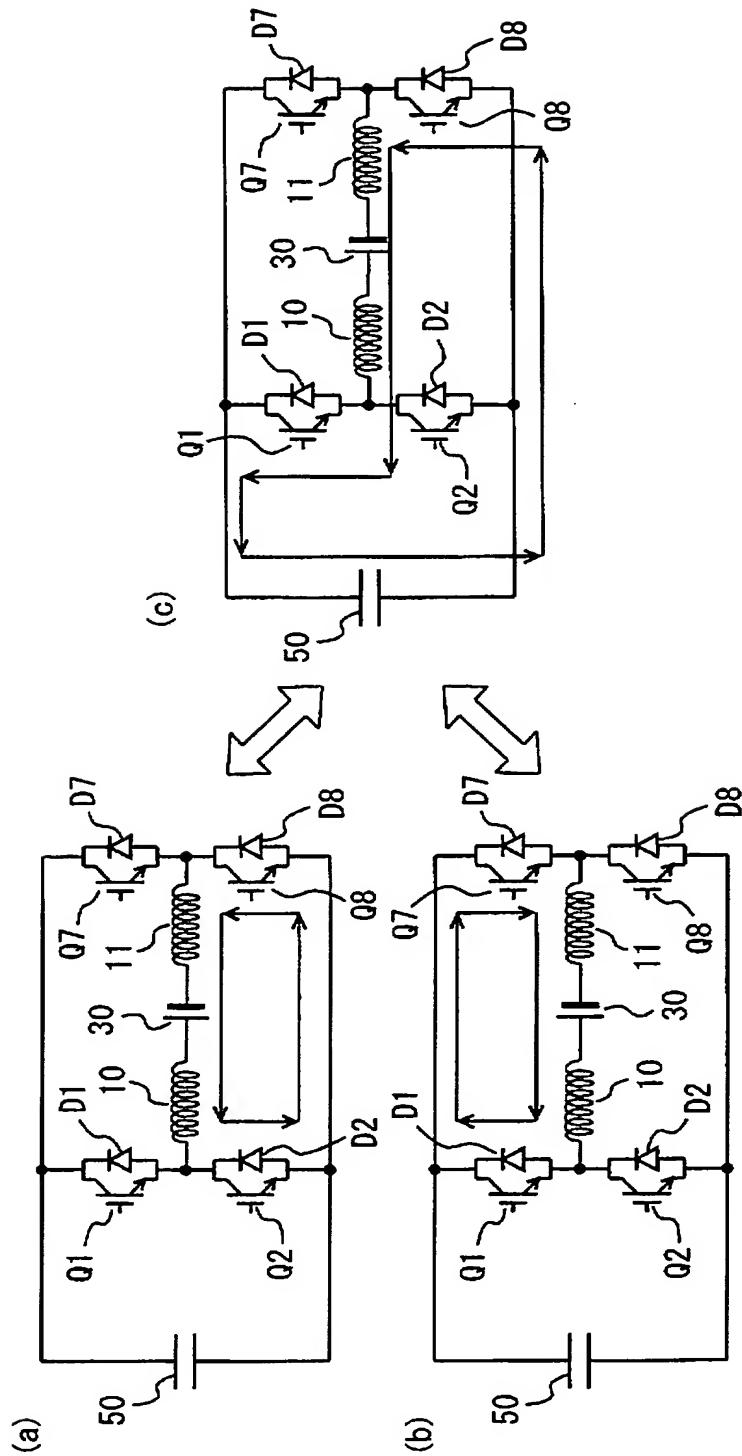
【図3】



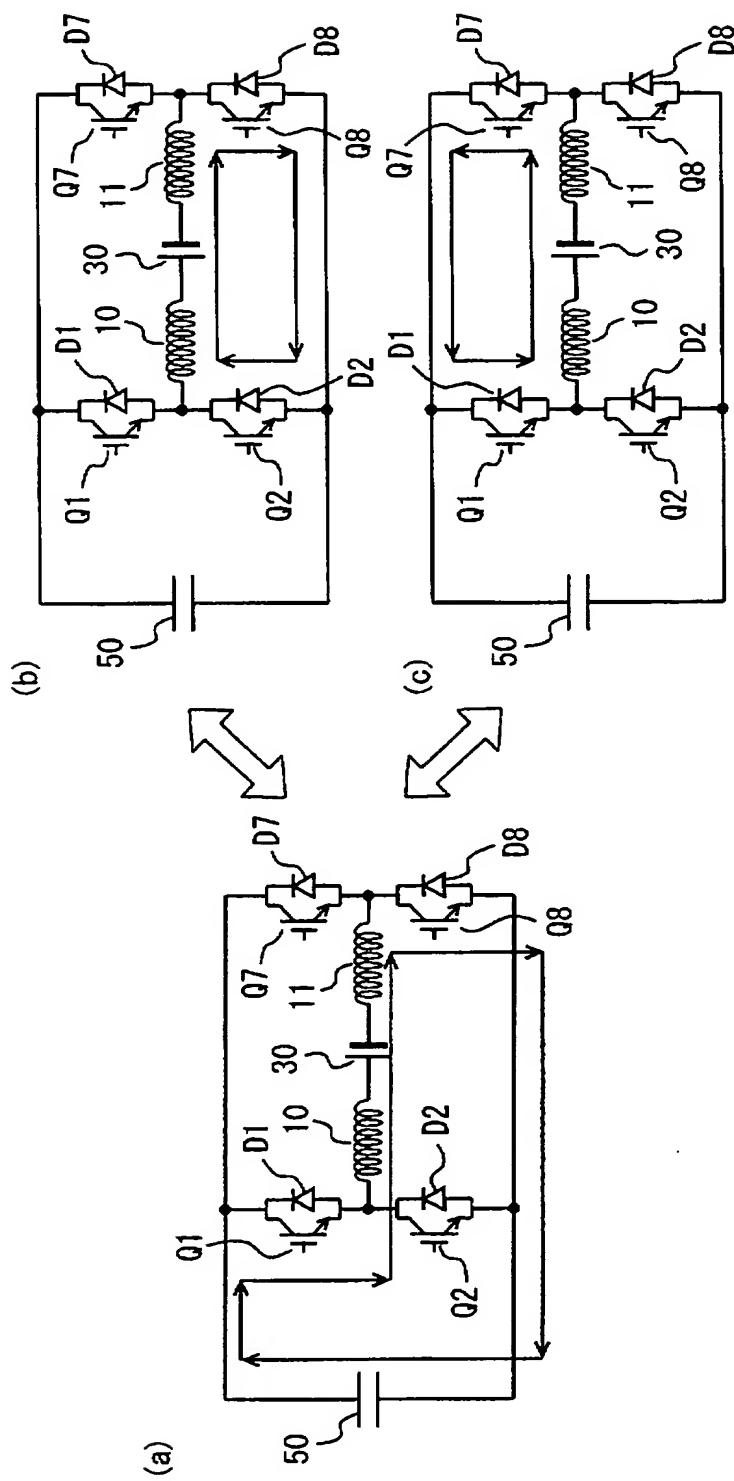
【図4】



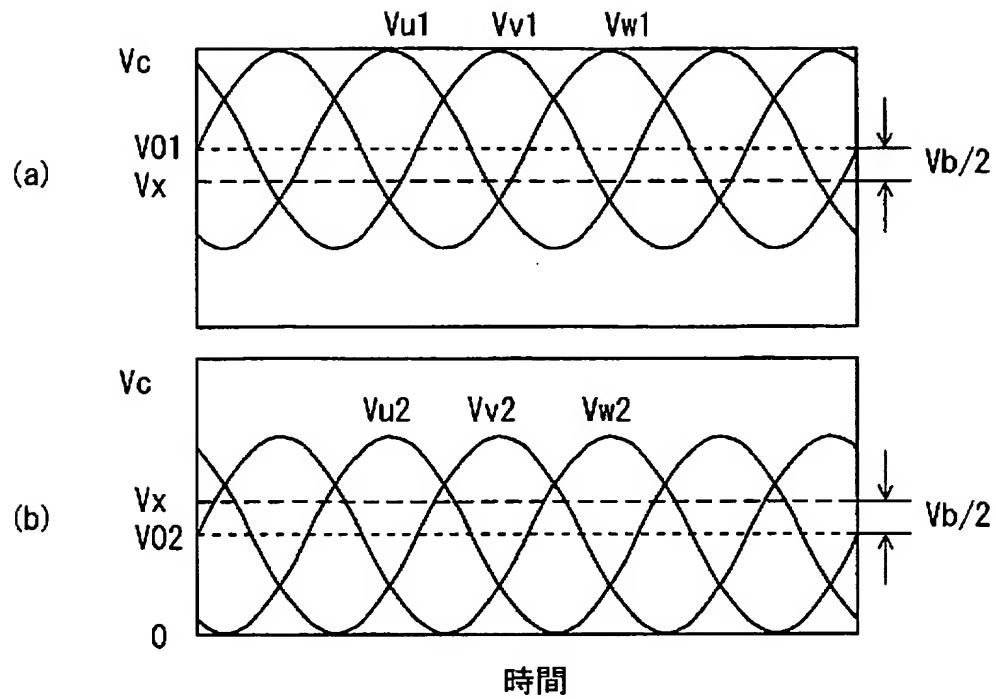
【図5】



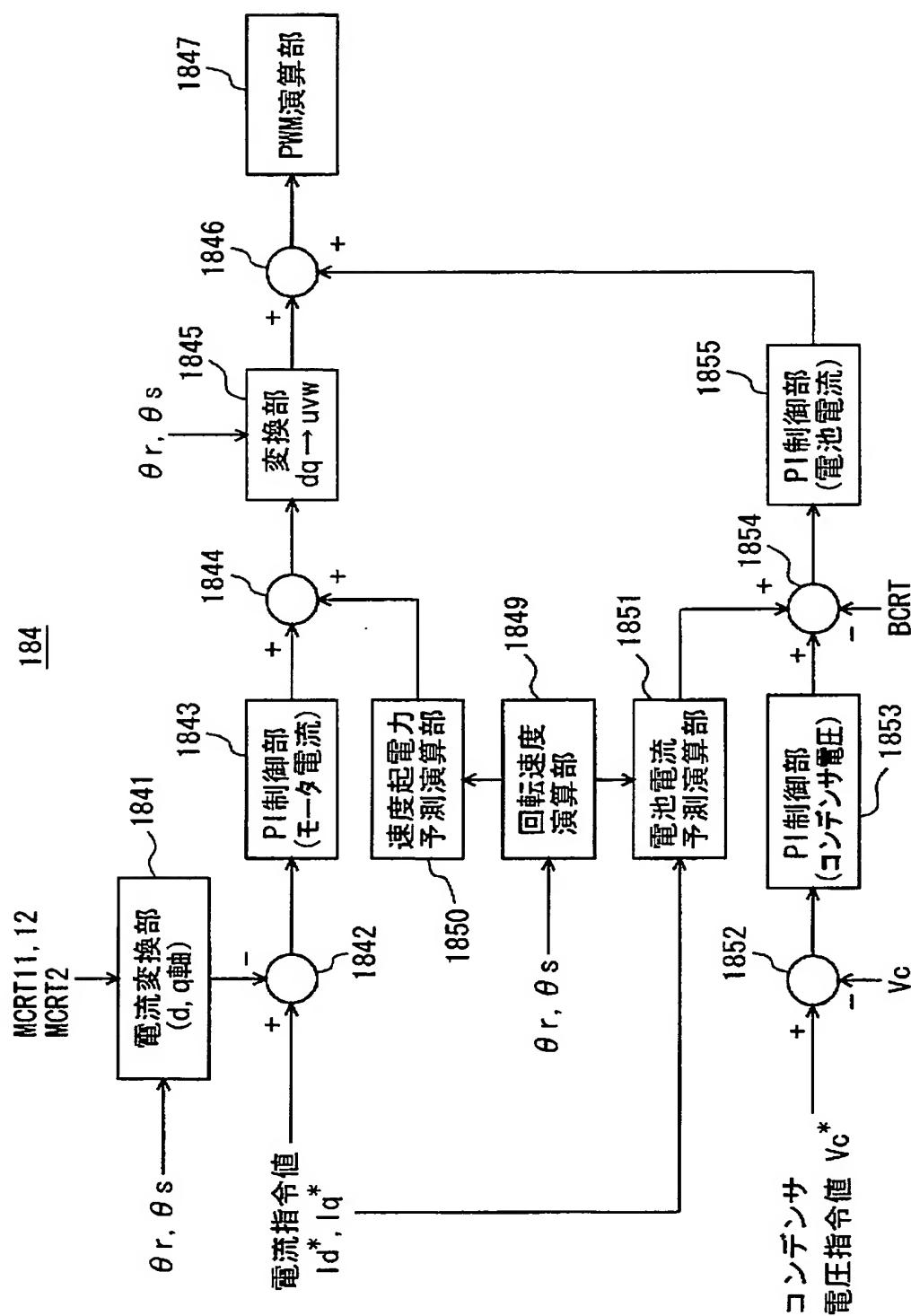
【図 6】



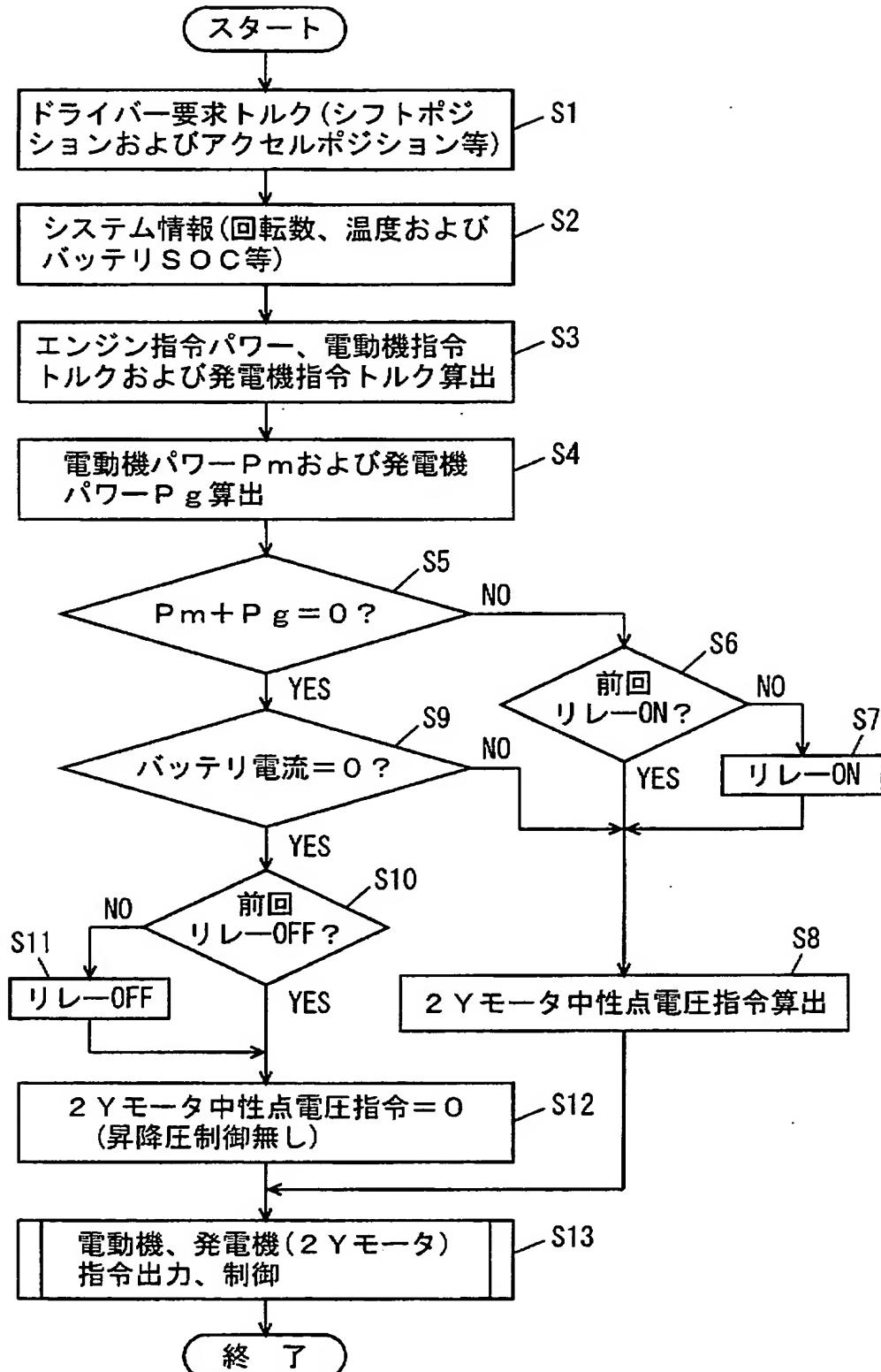
【図7】



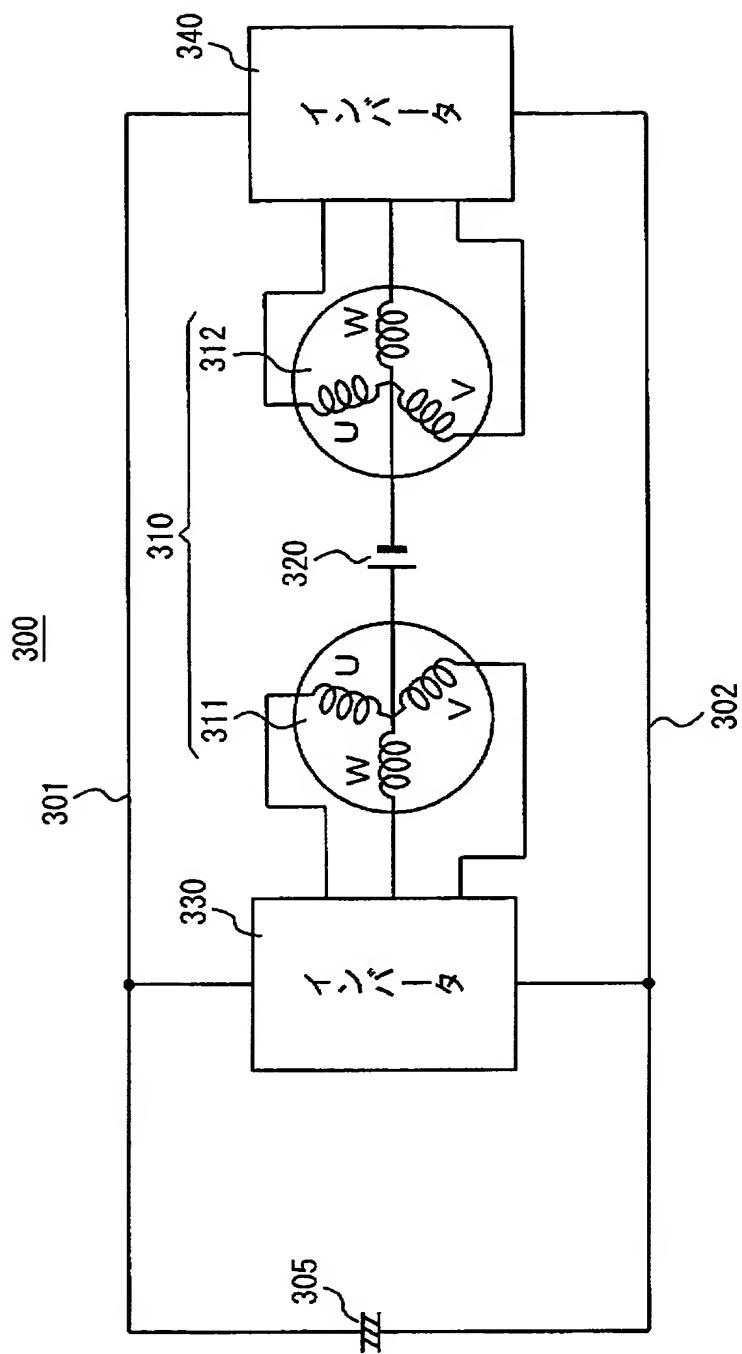
【図8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 機械分配式のハイブリッド車両に適した動力出力装置を提供する。

【解決手段】 動力出力装置100は、モータジェネレータMG1, MG2、直流電源30、リレー40、インバータ181～183および制御C P U 184を備える。モータジェネレータMG1は3相コイル10, 11を含む。直流電源30はリレー40を介して3相コイル10, 11の中性点M1, M2間に接続される。制御C P U 184は、モータジェネレータMG1のパワーP_gとモータジェネレータMG2のパワーP_mとの和P_m+P_gが零であるとき、リレー40をオフするためのLレベルの信号S Eを生成してリレー40へ出力し、モータジェネレータMG1によって発電された電力によりモータジェネレータMG2を駆動するための信号P W M C 1, 2およびP W M I 3を生成してそれぞれインバータ181～183へ出力する。

【選択図】 図3

特願2003-021512

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社